



Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
ISSN: 1806-5104
ISSN: 1984-2686
silnascimento@ufmg.br
Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
Brasil

A Tabela Periódica de Primo Levi: Uma Análise a Partir das Concepções de Ciência e Arte de Lukács

Massi, Luciana
Valero, Rafaela
Leonardo Júnior, Carlos Sérgio
Camargo Maciera, Aislan

A Tabela Periódica de Primo Levi: Uma Análise a Partir das Concepções de Ciência e Arte de Lukács
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 22, pp. 1-26, 2022

Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571674320040>

DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u965990>

A Tabela Periódica de Primo Levi: Uma Análise a Partir das Concepções de Ciência e Arte de Lukács

Primo Levi's The Periodic Table: An Analysis Based on Lukács' Conceptions of Science and Art

Luciana Massi
Universidade Estadual Paulista Araraquara, Brasil

luciana.massi@unesp.br

Rafaela Valero

Universidade Estadual Paulista, Brasil

rafaela.valero@unesp.br

Carlos Sérgio Leonardo Júnior

Universidade Estadual Paulista Bauru, Brasil

carlos.leonardo@unesp.br

Aislan Camargo Maciera

Universidade de São Paulo, Brasil

aislan@usp.br

DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u965990>

Recepción: 18 Enero 2022

Aprobación: 14 Abril 2022



Acceso abierto diamante

Resumo

A tabela periódica, obra literária do químico e escritor italiano Primo Levi, vem sendo objeto de estudos que articulam ciência e arte/literatura. Identificamos nesses e em outros trabalhos focados nessa relação duas lacunas importantes que trabalhamos neste artigo: não se apoiam em referenciais de interpretação estética; abordam essa relação destacando as suas similaridades ou diferenças. Este trabalho, de natureza teórico-conceitual, parte da análise da obra de Levi com o objetivo de compreender as relações entre ciência e arte por meio das categorias lukacsianas de reflexo, particular, antropomorfização e desantropomorfização. Assim, procuramos apresentar novas perspectivas nas associações entre ciência e arte, evitando reducionismos. Identificamos a relação do homem com o trabalho do químico como fio condutor dos capítulos da obra. Defendemos referenciais teóricos estéticos para melhor compreender a relação entre ciência e arte, além de apresentar algumas implicações para a Educação em Ciências a partir da discussão das lacunas.

Palavras-chave: CIÊNCIA, LITERATURA, PRIMO LEVI, A TABELA PERIÓDICA, GYÖRGY LUKÁCS.

Abstract

The periodic table, a literary work by the Italian chemist and writer Primo Levi, has been the subject of studies that articulate science and art/literature. We identified in these studies and other works focused on that relationship two important gaps that are discussed in this article: they are not supported by references of aesthetic interpretation and they approach this relationship highlighting their similarities or differences. This theoretical-conceptual article starts from the analysis of Levi's work in order to understand the relationship between science and art through the lukacsian categories of reflection, particular, anthropomorphization and deanthropomorphization. We tried to present new perspectives on the associations between science and art, avoiding reductionisms. The relationship between humankind and the chemist's work was identified as a guiding thread of all chapters. We defend aesthetic theoretical references to better understand the relationship between science and art and we present some implications for Science Education from the discussion of those gaps.

Keywords: SCIENCE, LITERATURE, PRIMO LEVI, THE PERIODIC TABLE, GYÖRGY LUKÁCS.

A relação entre ciência e arte e a problemática dos reducionismos

O tema da relação entre ciência e arte e suas contribuições para o ensino têm preocupado pesquisadores em Educação em Ciências, que justificam a presença dos textos literários nas aulas dos seguintes modos: são meios para se discutir a natureza da ciência (Piassi, 2012; Pinto, 2009); melhoram a apropriação de conceitos científicos pelos alunos (Avraamidou & Osborne, 2009; Drigo Filho & Babini, 2016; Giraldelli & Almeida, 2008); diminuem a lacuna existente entre o cotidiano do aluno e o conceito científico (Ferreira & Raboni, 2013; Lima & Ricardo, 2019; Souza & Neves, 2016).

O físico e romancista inglês Charles Percy Snow (1905–1980) foi um dos mais reconhecidos estudiosos de nossa área quando o tema é a relação entre ciência e arte, pois trouxe o assunto à tona, tanto denunciando essa separação, quanto defendendo um diálogo. A ideia de oposição entre ciência e literatura é criticada por Snow (1995), que defende que ciência e arte, embora sejam duas culturas distintas, deveriam manter comunicação, uma vez que isso facilitaria um diálogo inteligente com o mundo (Snow, 1995). No Brasil, João Zanetic é outro físico reconhecido na área como um dos pioneiros a tratar sobre o tema. Merece destaque sua classificação entre cientistas que escrevem literatura — ou cientistas com veia literária — e escritores que trazem elementos científicos às suas tramas — ou escritores com veia científica (Zanetic, 2006).

Esses são exemplos de como temos visto esforços de diferenciar e aproximar ciência e arte e de como as pesquisas apontam para pontos positivos que essa relação carrega. Nesse contexto, surge o argumento da motivação, discutido por Piassi (2015) ao analisar o uso da ficção científica na Educação em Ciências. O autor nota que existe uma defesa para a presença da ficção científica na área e ela está pautada na motivação que o recurso causaria no estudante. Todavia, “[...] embora quase todos os autores coloquem o despertar do interesse como uma das razões para o uso didático da ficção científica, não vimos nenhum trabalho que tenha se debruçado por confirmar ou sustentar de forma sólida tal afirmação” (Piassi, 2015, p. 785).

O escritor italiano Primo Levi é reconhecido como um dos casos mais emblemáticos da relação entre ciência e arte. Sua formação como químico e sua experiência como prisioneiro dos nazistas em um dos campos de concentração de Auschwitz deram origem a uma obra capaz de transitar entre ciência, técnica e literatura (Avraamidou & Osborne, 2009; Francisco Júnior et al., 2015; Silveira & Zanetic, 2016). Apesar de ser possível considerar que todos os seus escritos — incluindo a literatura de testemunho — nascem de uma mente habituada a ler o mundo a partir da perspectiva científica, e que ciência e técnica são partes indissociáveis do próprio processo de criação literária, é em *A tabela periódica* (Levi, 1994), livro escrito entre 1973 e 1975, que a ciência — e mais especificamente a química — salta aos olhos e desnuda-se explicitamente.

A obra divide-se em 21 capítulos: cada um recebe o nome de um elemento químico da tabela periódica de Mendeleiev e se relaciona diretamente à narrativa que apresenta. Considerado pela Royal Institution of Great Britain, em 2006, o melhor livro de ciência de todos os tempos, *A tabela periódica* tem ganhado espaço entre educadores e pesquisadores da área de Educação em Ciências que buscam aproximar os conhecimentos científicos da arte literária.

Uma busca não sistemática nos revelou alguns estudos sobre a obra no contexto da área. Segundo esses estudos, *A tabela periódica* é um livro complexo, com grande potencial didático (Targino & Giordan, 2021), que congrega diferentes áreas do conhecimento humano e retrata o ofício de um químico (Sá, 2020). O estudo de Russo (2018) afirma que o livro reúne tanto aspectos históricos e sociais como científicos. Enquanto alguns desses trabalhos preocupam-se em analisar aspectos do livro dentro de atividades desenvolvidas com estudantes do ensino médio ou do ensino superior (Leonardo Júnior & Massi, 2019; Osório et al., 2007; Russo, 2018; Sá, 2020; Targino & Giordan, 2021), outros focam em delinear ou discorrer sobre possíveis potencialidades do livro na Educação em Ciências (Gonçalves, 2014; Pinto Neto, 2008; Wallau & Sangiogo, 2016).

Os capítulos que mais recebem enfoque desses trabalhos são: “Potássio” (Gonçalves, 2014; Osório et al., 2007; Sá, 2020; Wallau & Sangiogo, 2016) e “Ferro” (Gonçalves, 2014; Sá, 2020; Targino & Giordan,

2021). Também encontramos discussões sobre os capítulos “Níquel” (Russo, 2018; Sá, 2020), “Cério” (Leonardo Júnior & Massi, 2019; Russo, 2018), “Prata” (Pinto Neto, 2008; Sá, 2020), “Nitrogênio” (Gonçalves, 2014; Pinto Neto, 2008) e “Hidrogênio” (Pinto Neto, 2008; Sá, 2020). Targino e Giordan (2021) afirmam que textos literários podem contribuir para o letramento científico e devem sofrer adequações para estarem presentes nas aulas de ciências. Russo (2018) aponta para as possibilidades de se contextualizar o conteúdo científico a partir do texto literário. No mesmo sentido, Wallau e Sangiogo (2016) afirmam que a literatura ajuda a problematizar os conteúdos científicos. Também Sá (2020) destaca essa ideia da contextualização quando afirma que o livro traz reflexões sociais, éticas e políticas.

Uma análise dos estudos sobre a relação entre ciência e literatura e das pesquisas sobre A tabela periódica aponta para três lacunas na discussão, de diferentes naturezas. A primeira, de natureza estética, se refere ao fato de que esses trabalhos não se apoiam em referenciais de interpretação estética ou literária para realizar as análises de uma obra. Como indicamos anteriormente, Charles Snow ou os próprios estudiosos de nossa área, como João Zanetic e Luís Paulo Piassi, são as principais referências que sustentam as justificativas para introdução da literatura na Educação em Ciências, como podemos observar em Targino e Giordan (2021, p. 3): “[...] Piassi (2015, p. 39) argumenta que obras literárias, incluindo aquelas que não apresentam explicitamente conteúdos de Ciências, podem trazer benefícios à educação científica”. Isso nos leva a questionar sobre quais elementos literários não estamos conseguindo captar ao desconsiderar a ampla produção dos estudos sobre estética e literatura.

A pesquisa de Piassi (2013) ilustra claramente quantos elementos sobre a ficção científica podem ser melhor compreendidos e orientar propostas de Educação em Ciências quando entendidos a partir dos referenciais dos estudos literários. Porém, esse esforço só foi feito em relação a esse gênero e identificamos diversos outros gêneros sendo trazidos para o ensino, como literatura infantil, infanto-juvenil, divulgação científica, literatura universal, cordel e obras variadas (Zilli & Massi, 2017). Perguntamo-nos, ainda, quais as perdas estéticas e literárias que ocorrem ao se selecionar extratos ou capítulos dessas obras para inserção em aulas de ciências (Leonardo Júnior & Massi, 2019; Osório et al., 2007; Sá, 2020; Targino & Giordan, 2021).

A segunda lacuna, de natureza didático-procedimental, remete à identificação, nesses estudos, de uma tendência de partir das obras literárias para explicar conceitos científicos (Almeida & Ricon, 1993; Avraamidou & Osborne, 2009; Borim & Rocha, 2017; Drigo Filho & Babini, 2016; Girdelli & Almeida, 2008). Por exemplo, Drigo Filho e Babini (2016) partem de Inferno de Dante Alighieri para calcular a suposta velocidade de queda com que Lúcifer teria caído na terra. Embora haja autores que discutem também sobre a natureza da ciência, nos perguntamos quais concepções de ciência estão subjacentes a essas escolhas e como a ciência é entendida a partir da relação com a arte. Os estudos de Osório, Tiedemann e Porto (2007) e Wallau e Sangiogo (2016), por exemplo, extraem d’A Tabela Periódica discussões sobre experimentação para formar estudantes de graduação em química. As discussões são ricas e exploram em profundidade esse elemento, mas, apesar da escolha deliberada por esse recorte, questionamos quais outros aspectos da ciência poderiam estar envolvidos na obra e que não foram explorados.

Por fim, a terceira lacuna, de natureza epistemológica, remete à relação entre ciência e arte de forma geral, pois percebemos, a partir desses estudos, que ela tende a ser abordada num sentido de dicotomia ou de aproximação. Novamente a ausência de um referencial teórico parece justificar esses posicionamentos ao não explicitar a especificidade da ciência e da arte para pensar em sua relação. Citamos as perspectivas de Snow (1995) e Zanetic (2006) que as diferenciam e pensam em possíveis aproximações respeitando as diferenças. Entretanto, também encontramos, no caso da aproximação, em Gough (1993) e Avraamidou e Osborne (2009), por exemplo, a defesa de que a literatura possa ser trazida para o ensino de ciências porque a ciência e a literatura são narrativas. Segundo Gough (1993), mitos, narrativas e rituais constituem a ciência contemporânea. Discordamos plenamente da perspectiva pós-moderna de Gough (1993), para quem a ciência é uma narrativa como qualquer outra história e que, por isso, ambas deveriam ser aproximadas no ensino de ciências. Percebemos, assim, que entender a relação entre ciência e arte envolve compreender os fundamentos sobre as suas especificidades para, então, procurar formas de relacioná-las ou aproximá-las.

Neste artigo, de natureza teórica-conceitual (Martins & Lavoura, 2018), o método materialista histórico-dialético orienta nossa análise, partindo, principalmente, das categorias discutidas por György Lukács. Nosso objetivo foi, a partir da análise (mediação) d'A tabela periódica de Primo Levi — obra frequentemente abordada em estudos da área —, compreender as relações entre ciência e arte/literatura. Com base em Martins e Lavoura (2018) e de acordo com o materialismo histórico-dialético, as categorias de análise (reflexo, particular, antropomorfização e desantropomorfização) emergiram do próprio objeto de estudo — A tabela periódica —, uma obra literária que contém muitos elementos da ciência. Salientamos que essas categorias são centrais na teoria de Lukács e estão relacionadas com sua concepção de arte e de ciência. Devido à complexidade e às diferentes naturezas das lacunas que identificamos, focamos nas discussões que dizem respeito à primeira e à terceira lacuna. Entendemos que esse enfoque permite apresentar novas perspectivas sobre as relações entre ciência e literatura, evitando reducionismos, e defender a importância de se apoiar em referenciais estéticos para tratar desse tema. A seguir, apresentamos com mais detalhes essa obra de Levi.

A tabela periódica: a jornada do químico

A tabela periódica (Levi, 1994) é — quando consideramos o seu todo — uma espécie de romance de formação, no qual as temáticas científicas se inserem naquelas mais propriamente humanísticas, e a aventura do ofício, do químico, transforma-se, como consequência, na aventura de um homem, um filho do século, da era da catástrofe e dos extremos (Hobsbawm, 2010). E não só: é a aventura de um país, a Itália, em um dos momentos mais difíceis de sua história, e de um continente, a Europa, mergulhada na guerra. Na obra, está presente a química em seus aspectos simbólicos e alegóricos, além dos experimentais, nascidos da experiência do próprio autor; está a linguagem da química e o pensar “quimicamente”, já que a ciência sempre foi proposta por Levi como forma de enxergar o mundo, requisito fundamental para sua atividade de escritor.

O paralelo entre ciência e literatura, em muitas de suas páginas, leva-nos a pensar em uma comum metodologia para ambas as atividades, e chegar-se à conclusão de que não se pode pensar em um Primo Levi cientista e técnico separado do Primo Levi testemunha e escritor. Toda a concisão e clareza de sua escrita remete-nos a seu ofício, o de técnico — Levi nunca se considerou um cientista — de laboratório: “[...] a minha química, que era uma química baixa, quase uma cozinha, forneceu-me em primeiro lugar uma vasta variedade de metáforas” (Levi & Regge, 2005, p. 19). Em uma entrevista à RAI em 1982, momento no qual já era um conhecido e consagrado escritor, disse Levi:

A química me ensinou [...] exteriormente forneceu-me os meios para viver; interiormente, creio que me tenha ensinado a escrever de certo modo. Sempre pensei que o meu modelo literário não é Petrarca nem Goethe, mas o pequeno relatório de fim de semana, aquele que se faz na fábrica ou no laboratório, e que deve ser claro e conciso, fazer pouca concessão àquilo que se chama “escrever bonito” (Levi, 2018, pp. 315–316).

A tabela periódica é a coroação dessa ligação com a química e, ao mesmo tempo, o livro diretamente responsável, pouco tempo depois, por dar ao químico e à testemunha de Auschwitz o status de escritor. A maior parte da obra encontra apoio e inspiração nas vivências do próprio autor, de sua relação com a química e com o trabalho como químico, mas esse não pode ser considerado um livro autobiográfico, como o próprio Levi (1994) destaca, uma vez que também é composto por contos ficcionais que não remetem a sua história de vida. Cada capítulo do livro é um conto, uma short story ligada diretamente a um dos elementos da tabela de Mendeleiev.

Os 21 capítulos/contos d'A tabela periódica estão divididos entre o período anterior e posterior à deportação de Levi. O capítulo “Cério”, nesse caso, tem um papel central, porque é aquele que está exatamente na metade do livro e é o único ambientado no Lager, que tem também um papel central e determinante na vida de Levi: é a partir da experiência como deportado e da necessidade de narrar que surge toda a sua obra. Os dez primeiros contos do volume apresentam predominantemente contos autobiográficos do período anterior à deportação para Auschwitz, em uma ordem cronológica, desde a

escola média (“Hidrogênio”), passando pela universidade (“Zinco”, “Ferro”, “Potássio”), pelas experiências de emprego após a graduação (“Níquel”, “Fósforo”) até a sua captura e prisão e a deportação para o campo de trânsito de Fossoli (“Ouro”), de onde Levi partiria, meses depois, para o complexo de Auschwitz. Nessa primeira parte do livro, está o conto “Argônio”, que relata a história dos judeus no Piemonte e, conseqüentemente, de seus antepassados distantes e próximos, e duas ficções, “Chumbo” e “Mercúrio”.

Em relação aos dez contos que sucedem “Cério”, também encontramos a mescla entre autobiografia e ficção. Os relatos autobiográficos são, nessa parte do livro, dos momentos após a volta para casa. “Cromo”, “Arsênio”, “Nitrogênio”, “Estanho”, “Urânio”, “Prata” e “Vanádio” são narrativas que trazem memórias corriqueiras, mas significativas, principalmente de experiências vividas no exercício da profissão como químico. Dos contos ficcionais da segunda parte do livro — “Enxofre”, “Titânio” e “Carbono” —, aquele que aqui merece destaque é, sem dúvida, o último. “Carbono” é a história de um átomo de carbono, elemento que o autor apresenta como genérico, mas do qual extrai um episódio preciso: a partir da história da viagem de um átomo de carbono, por espaços e eras diversas, transformando-se, de um composto a outro, até terminar no cérebro do narrador, no momento que coloca o ponto final e termina a obra. A química, ciência que lhe ofereceu os olhos a partir dos quais observar o mundo, é retratada em todos os seus aspectos, sobretudo nos mais simples, capazes de se aproximar da alquimia, a gênese de si mesma.

O uso que Levi faz da tabela de Mendeleiev não é somente instrumental, mas faz referência ao momento passado no qual a química se transforma, e encontra o paralelismo entre a fórmula escrita no papel e o que acontece no laboratório e na natureza: a codificação, a sistematização da experiência concreta. Por isso, transformar as próprias experiências como químico e com a química em narrativa não é algo meramente casual, mas indica que a química é a chave de acesso a uma questão central para Levi, a impureza (Belpoliti, 2015), característica do mundo vivente, característica de si mesmo, “impuro” por ser italiano, mas judeu, químico, mas escritor, deportado, mas sobrevivente. Assim como afirma Belpoliti (2015): “[...] para Levi, a química é a linguagem da matéria, ou a ‘literatura da vida’” (p. 279, tradução nossa).

Pautados no que representa a obra de Levi, um amálgama que une ciência, técnica e literatura, e na teoria estética de György Lukács, apresentamos, a seguir, uma breve síntese das categorias que emergiram da obra e que estão relacionadas com a concepção de arte e de ciência de Lukács: reflexo (reflexos estético, científico e cotidiano), particular(dialética singular, particular e universal), antropomorfização e desantropomorfização. Nessa síntese, também abordamos duas obras da filósofa húngara Agnes Heller (1929- 2019) porque, além de ser considerada discípula de Lukács, ela se dedicou a estudos sobre os aspectos da vida cotidiana e sua diferenciação com outras esferas da vida humana. Em seguida, desenvolvemos a análise d’A tabela periódica com o objetivo de desvelar as tensões dialéticas entre ciência e literatura que nela estão presentes mobilizando essas categorias.

Alguns aspectos sobre ciência e arte em Lukács

György Lukács (1885–1971), filósofo marxista húngaro, desenvolveu sua teoria da arte a partir da teoria do reflexo na ciência presente na obra Materialismo e empiriocriticismo de Vladimir Lênin e, principalmente, nos Cadernos filosóficos (Carli, 2020). Lukács dedicou-se à escrita de uma estética marxista, mobilizando diversas categorias, procurando desenvolver uma compreensão do reflexo estético por meio da sua diferenciação com o reflexo científico e o reflexo cotidiano. Para compreender o reflexo ou espelhamento, começamos destacando a concepção ontológica materialista de que as coisas (os seres/objetos) existem independentemente da consciência e sensações humanas; fora de nós, existe o movimento da matéria de uma realidade objetiva (Lênin, 1982). Nossas percepções e representações produzem uma imagem do mundo real; se essas imagens são verdadeiras ou falsas, isso será comprovado pela prática (Lênin, 1982). Nos Cadernos filosóficos, Lênin sofisticou o

[...] reflexo substancialmente, ao retirar o sujeito da condição contemplativa, pondo-o na condição criativa, capaz de uma série de abstrações, formulações, concepções de conceitos, de leis, etc., que tocam relativamente a dialética da natureza, sem jamais reproduzi-las em sua integralidade (Carli, 2020, p. 115).

Logo, o reflexo é um processo complexo, não imediato e parcial — mesmo no cotidiano — e a consciência humana tem materialidade e é ativa nesse processo; contudo, o homem não é capaz de apreender a realidade em sua totalidade imediata, ele se aproxima da essência parcialmente e eternamente por meio de abstrações, conceitos e leis (Lênin, 2011). Dois equívocos devem ser evitados: embora existam diferentes tipos de reflexo, como o científico, o estético e o cotidiano, todos refletem a mesma realidade objetiva (Lukács, 1966); o reflexo não é mecânico, isto é, não é uma mera fotocópia da realidade; essa concepção mecanicista leva à impossibilidade de uma apreensão da realidade para além do fenômeno imediato (Lukács, 1966).

Em sua obra, Heller (2008) descreve momentos característicos do cotidiano, que “[...] têm em comum o fato de serem necessários para que o homem seja capaz de viver na cotidianidade” (p. 56); são eles: espontaneidade, pragmatismo, economicismo, analogia, precedentes, juízo provisório, ultrageneralização, mimese e entonação. Para Lukács (1966), o reflexo cotidiano, embora seja materialista, é marcado por uma forte conexão imediata entre teoria e prática na consciência humana; assim, na ausência de uma investigação exata, entra em ação a analogia, conferindo grandes semelhanças aos traços e às características dos objetos. A analogia é um tipo de ultrageneralização que aproxima casos singulares ao que já foi experienciado, trata-se de um juízo provisório que tem o risco de se cristalizar (Heller, 2008). Marcado pelo imediato e pragmático, o reflexo cotidiano é acompanhado de certa fé e de certa confiança diversos, que são suficientes para a vida cotidiana e que têm função mediadora necessária em diversas situações; embora a ciência também requeira confiança, esta está ancorada na práxis, na cognoscibilidade da realidade (Heller, 2008).

Para o marxismo, a essência não se manifesta imediatamente (Kosik, 1976). O fenômeno esconde e revela a realidade ao mesmo tempo; por isso, é necessária uma reflexão que vá além do aparente (Carli, 2020). É por meio de uma complexificação de mediações entre o pensamento — nesse caso, teórico — e a prática que o materialismo espontâneo da vida cotidiana pode se autoaperfeiçoar em um materialismo filosófico, e esse processo só é possível graças à ciência, à arte e à filosofia, que permitem a suspensão do cotidiano, mas nunca o seu completo abandono (Lukács, 1966).

O reflexo científico supera a forma fenomênica ao “[...] dissolver a ligação imediata entre fenômeno e essência a fim de poder expressar teoricamente a essência, bem como as leis que regulam a conexão entre essência e fenômeno [...]”, e quanto mais precisa for essa separação, maior é a aproximação do reflexo com a realidade (Lukács, 2018, p. 202). Por sua vez, o reflexo estético realiza “[...] uma superação no sentido literal hegeliano da palavra, ou seja, é ao mesmo tempo uma destruição, uma conservação e uma elevação a nível superior” (Lukács, 2018, pp. 202–203). Para Lukács (2018), enquanto o objeto da ciência é o conceito em si, em sua verdade objetiva, na arte importa “[...] o modo pelo qual ele [o conceito] se torna fator concreto da vida em situações concretas de homens concretos, [...] como meio importante para tornar sensível o específico caráter humano” (pp. 197–198).

Por meio da arte, o indivíduo é capaz de reviver e sentir o presente e o passado não como sua vida pessoal, mas como sua vida em relação à história da humanidade, a qual não se dissocia da sua existência individual, ou seja, o homem é capaz de, com emoção, reconhecer a si mesmo e aos seus destinos típicos (Lukács, 2018). A partir da leitura d'A tabela periódica, identificamos que Levi constrói várias situações que envolvem os modos distintos de se compreender a matéria/natureza, o que remete aos diferentes tipos de reflexo. Além disso, os elementos emocionais identificados remetem às características do reflexo estético, à relação da química com a história da humanidade. Para o marxismo, as categorias de singularidade, particularidade e universalidade são importantes para a apreensão, pelo pensamento, da realidade concreta e multideterminada (Lukács, 2018).

A ciência autêntica extrai da própria realidade as condições estruturais e as suas transformações históricas, e, se formula leis, estas abraçam a universalidade do processo, mas de um modo tal que deste conjunto de leis pode-se sempre retornar — ainda que frequentemente através de muitas mediações — aos fatos singulares da vida. É precisamente esta a dialética concretamente realizada de universal, particular e singular. Esta conexão pode ser estudada muito bem na análise que Marx nos fornece do capital em geral (Lukács, 2018, p. 92).

Lukács (2018) explicita que todo fenômeno da vida natural e social carrega em si dimensões singulares, particulares e universais. Como esclarece Pasqualini (2020), esses não são pontos de vista sobre o fenômeno, mas uma propriedade objetiva dele. O singular, o particular e o universal coexistem no fenômeno ou objeto e são dimensões deles.

A dimensão singular se refere àquilo que é irrepitível naquele fenômeno. Ao mesmo tempo, esse fenômeno de dimensão singular, tem relações com determinações gerais, universais, isto é, também tem dimensão universal. Por exemplo, quando Arquimedes, supostamente, mergulhou a coroa do rei em uma banheira para descobrir se era feita de ouro, esta foi uma ação irrepitível, singular. Ao mesmo tempo, leis da natureza, posteriormente sistematizadas por Arquimedes, regem esse evento singular, uma vez que a força de empuxo age em todo e qualquer corpo que se encontra parcialmente ou totalmente submerso em um fluido. Essa é, portanto, a dimensão universal desse fenômeno. Enfim, nenhum fenômeno se expressa ou no singular ou no universal, mas por meio das particularidades, isto é, pelas mediações entre o singular e o universal. O singular existe na sua relação que conduz ao universal e o universal só existe por meio do singular (Lukács, 2018).

Partindo da dialética entre singular, particular e universal, Lukács (2018) postula que a categoria central e específica da estética é a particularidade. Ele compara a arte com a ciência, em que esta teria como sua categoria central a universalidade. Diferente do que ocorre na ciência, que busca leis gerais que expliquem os fenômenos singulares, a verdadeira arte se desenvolve na mediação entre singular e universal, ou seja, no particular.

A superação tanto do singular quanto do universal na particularidade faz com que surja na obra de arte uma objetividade unitária, na qual as leis da vida se unem inseparavelmente às formas fenomênicas imediatas da vida, penetram nelas até o ponto de ser impossível uma distinção (Lukács, 2018, p. 200).

Para que uma obra de arte alcance tal particularidade, é preciso que o artista esteja empenhado em reproduzir de modo fiel essa realidade. A razão pela qual é tão importante que uma obra de arte centre-se na categoria particular é que só desse modo “[...] os homens encontram a si mesmos e aos seus destinos, explicitados mediante uma profundidade, uma compreensibilidade e uma clareza que não podem ocorrer na própria vida” (Lukács, 2018, p. 216). Em nosso estudo, a categoria do particular foi importante para que estudássemos essa obra não somente como um conjunto de contos, uma autobiografia ou uma obra de divulgação científica, mas como uma obra de arte na qual a química é o principal objeto.

Outro aspecto bastante distintivo da ciência e da arte é que a ciência se refere a um processo de desantropomorfização, enquanto a arte remete à antropomorfização. Destacamos tais categorias na forma de tensão dialética em nossa análise, pois ela embasa nossa discussão da terceira lacuna (abordar relação entre ciência e literatura destacando similaridades e diferenças), permitindo que analisemos essa relação a partir de uma concepção ainda não mobilizada na área. Lukács (1966) chega a usar a ciência e a desantropomorfização como sinônimos e destaca que tanto a antropomorfização quanto a desantropomorfização são características da atividade humana. Por meio do trabalho de transformação da natureza e, principalmente, com a divisão social do trabalho, o ser humano começou gradativamente a adotar percepções, explicações e referências para explicar a realidade que se distanciam do humano, mesmo quando ainda não existia a ciência. A explicação científica é desantropomorfizadora, pois adota como referência a prática social (histórica, humana, coletiva e contraditória) ao invés das percepções humanas imediatas. Lukács (1966) identifica o caráter antropomorfizador na magia, no animismo e nas religiões como formas de antropomorfização alienada, enquanto existem formas humanizadoras de antropomorfização, como ocorre na arte.

Para Heller (1977), o antropomorfismo engloba três categorias presentes no pensamento cotidiano e geralmente indiferenciadas, representando formas de antropomorfização alienadoras. Entendemos que o conceito de Lukács (1996) se refere a esse conjunto, considerando a proximidade da produção teórica desses autores sobre esse tema, e que essas categorias nos ajudam a entender melhor o conceito de antropomorfização, bem como seu contrário desantropomorfizador. A primeira categoria é o antropologismo, que se refere ao vínculo às percepções humanas, como ilustrado pela Terra plana ou pelos

equivocos associados à explicação humana sobre o movimento do Sol. Afirmar que a Terra é plana porque enxergamos dessa forma a linha do horizonte equivale a uma explicação antropomorfizada — ou melhor antropologizada — da realidade, uma vez que se baseia na experiência sensorial e imediata do olho humano para compreender a natureza. A segunda é o antropocentrismo, no qual a teleologia é referida ao particular, ou seja, são captadas apenas as relações particulares sem alcançar a dimensão universal, como ocorre na ciência. Por fim, a terceira categoria é o antropomorfismo *sensu stricto* que identifica a totalidade como análoga à vida cotidiana, logo não comporta dimensões mais totalizantes do que a vida corriqueira e imediata.

Lukács (1966) afirma que a desantropomorfização proporcionada pela ciência foi responsável por um avanço fundamental nas relações entre homem-natureza- sociedade, representando um instrumento do gênero humano para se desenvolver e dominar seu mundo. Esse destacamento do humano proporciona uma ampliação, um aprofundamento e uma concentração de todas as capacidades alcançadas pelo gênero humano, logo é uma forma de desantropomorfização da atividade humana que contribui para a humanização (Lukács, 1966). Por outro lado, em um sistema capitalista, vivenciamos uma crescente desantropomorfização acompanhada do neopositivismo, que leva a formas alienadoras desse mesmo processo. Para Lukács (2012), o neopositivismo se refere a uma fragmentação da ciência que deixa de se inserir em uma concepção de mundo mais ampliada para assumir um papel de mera técnica.

Porque se a ciência não se orienta para um conhecimento mais adequado possível da realidade existente em si, se ela não se esforça para descobrir com seus métodos cada vez mais aperfeiçoados essas novas verdades, que necessariamente são fundadas também em termos ontológicos e que aprofundam e multiplicam os conhecimentos ontológicos, então, sua atividade se reduz, em última análise, a sustentar a práxis no sentido imediato. Se a ciência não pode ou conscientemente não deseja ir além desse nível, então sua atividade transforma-se numa manipulação dos fatos que interessam aos homens na prática (Lukács, 2012, p. 47).

Nesse contexto neopositivista, no qual vivemos, corremos o risco da desantropomorfização científica assumir um papel de desumanidade devido a sua independência e hostilização ao humano (Lukács, 1966). Isso ocorre distorcendo a função de ampliação e aprofundamento das capacidades humanas, que a desantropomorfização em parte promove, mas não a serviço de uma concepção de mundo pautada em valores como liberdade, desenvolvimento humano, igualdade etc. No caso do antropomorfismo, a referência é o indivíduo particular e, por isso, ele incorre em tantos erros; já na arte, a antropomorfização é constitutiva; porém, ela se pauta no gênero humano, isto é, na arte a antropomorfização é humanizadora, enquanto na ciência ou no cotidiano ela é alienadora. Portanto, não é um problema se uma obra de arte adota o humano como referência — na verdade isso caracteriza a arte; contudo, esse humano não é o indivíduo singular ou particular, há uma conexão com a universalidade do gênero humano nas obras de arte.

Pautados nesses conceitos e categorias de Lukács (1966, 2012, 2018), procedemos à análise da obra *A Tabela Periódica* visando captar a especificidade da ciência e da arte, bem como suas relações.

Análise da obra *A tabela periódica*

Apesar do livro *A tabela periódica* ser uma reunião de contos com histórias que fazem sentido em si — isto é, apresenta capítulos aparentemente independentes —, encontramos nele uma lógica interna. Essa lógica não é a de uma autobiografia, na qual o autor apresenta sua relação individual com a química; se assim fosse, não haveria os contos fictícios “Chumbo”, “Mercúrio”, “Enxofre”, “Titânio” e “Carbono”. O fio condutor que liga os capítulos dessa obra entre si é a relação do homem com o trabalho do químico. No capítulo “Carbono”, lemos que essa obra “É, ou pretende ser [...] a história de um ofício e de suas derrotas, vitórias e misérias, tal como cada um de nós deseja contar quando sente prestes a encerrar-se o arco da própria carreira [...]” (Levi, 1994, p. 225).

Ao longo de toda a obra, Levi (1994) apresenta a química sob diferentes aspectos e enfoques, criando situações particulares que dão forma ao modo como o homem se relaciona com a natureza por meio dessa ciência, desde o início de sua história. Essa história da relação do homem com o trabalho do químico é

apresentada contemplando diferentes momentos ou níveis de desantropomorfização pelos quais essa ciência passou. Partindo da alquimia, que se aproxima da magia antropomorfizadora, passando pela química clássica, em que a referência ainda eram as sensações humanas — mesmo que convertidas em propriedades macroscópicas —, até a compreensão submicroscópica do átomo, o que revela um grau máximo de desantropomorfização e ampliação das capacidades humanas de compreender a realidade.

Nos contos “Chumbo” e “Mercúrio”, entramos em contato com a predecessora da química, a alquimia. Embora esses capítulos não sejam os primeiros na estrutura do livro, eles foram escritos muito antes dos demais, quando Primo Levi trabalhava ilegalmente no laboratório de uma mina antes da sua deportação (Thomson, 2002) — como relata no capítulo “Níquel” —, talvez remetendo a essa primeira relação do próprio escritor com a química. Tramas que parecem se passar em tempos ou locais em que a química ainda não era desenvolvida trazem elementos de uma concepção antropomorfizadora da relação do homem com a natureza. Em “Mercúrio”, por exemplo, conta-se a história de moradores de uma ilha remota e desconhecida, onde um homem que manipula o mercúrio é visto como alquimista e apresenta um discurso coerente com o misticismo alquímico:

[...] tinha no baú todo o seu equipamento de alquimista. [...] O mercúrio, para sua obra, seria indispensável porque é espírito fixo volátil, ou seja, princípio feminino, e combinado com o enxofre, que é terra ardente masculina, permite obter o Ovo Filosófico que é exatamente a Besta com dois Dorsos, porque nela estão unidos e entrelaçados o homem e a mulher (Levi, 1994, p. 105).

Em “Chumbo”, um viajante está em busca de jazidas de chumbo e de ouro em troca de conhecimento. O autor traz elementos de saber popular, crenças, lendas e concepções alquímicas das substâncias como no seguinte trecho: “[...] Para que [as mulheres] serviriam? A pedra, não aprendem a encontrá-la, e aliás se nela tocam quando estão menstruadas a pedra se dissolve em areia morta ou em cinzas” (Levi, 1994, p. 86). De forma dialética, encontramos em Levi, nesse mesmo conto, alternâncias entre o reflexo artístico, que remete ao antropomorfismo, e o reflexo científico, desantropomórfico. A percepção do viajante revela um olhar para a natureza típico de um reflexo científico:

La descendo ao longo da torrente, um pouco sobre os penedos, um pouco vadeando onde era possível, como um cão de caça, com os olhos grudados na terra, e não é que, pouco depois da confluência de uma outra torrente menor, vi uma pedra em meio a milhões de outras pedras, uma pedra quase igual a todas as outras, uma pedra esbranquiçada com pequenos pontos negros, que me fez parar, tenso e imóvel, como um perdigueiro que olha fixamente. [...] Um bom buscador, sério, que não queira dizer mentiras nem aos outros nem a si mesmo, não deve confiar nas aparências, porque a pedra, que parece morta, está repleta de enganos [...] (Levi, 1994, p. 88).

Embora se trate de um conto em que a química como ciência não estava desenvolvida, Levi apresenta um personagem cujo reflexo começa a não se limitar ao reflexo cotidiano antropomorfizado: começa a se distinguir em um reflexo mais complexo — o científico, no qual não se deve confiar nas aparências. No reflexo cotidiano, a aparência das pedras é a mesma, por analogia, ou seja, cada pedra singular é ultrageneralizada; na falta de uma análise mais profunda, a forma fenomênica representa a própria essência: as pedras parecem mortas (Heller, 2008; Lukács, 1966, 2018). O personagem, no entanto, não se limita a essa reflexão e relaciona o fenomênico — esbranquiçada com pequenos pontos negros — com a sua composição. No mesmo conto:

[...] pouco abaixo havia chumbo: e isto é uma coisa em que muitas vezes pensei, que nós buscadores acreditamos encontrar o metal com os olhos, a experiência e o engenho, mas na realidade o que nos conduz é algo mais profundo, uma força como aquela que orienta os salmões a subir por nossos rios ou as andorinhas a voltar para o ninho (Levi, 1994, p. 96).

Nos dois trechos, verificamos que aqueles que se aventuravam em descobrir os segredos da natureza e, portanto, necessitavam superar o reflexo cotidiano, eram chamados de “buscadores”, na falta de uma sistematização da própria ciência/química e do termo “cientista/químico”. Novamente, o trecho traz a concepção de que não se deve acreditar puramente nos órgãos dos sentidos ou, nos termos de Heller

(1977), no antropologismo, e essa força pode remeter ao olhar científico que começa a se desenvolver, ainda que níveis mais maduros de cientificidade estejam muito distantes do contexto místico alquímico descrito no conto.

Em “Potássio”, Levi mostra que o trabalho do químico é, às vezes, minucioso, pois ele busca por diferenças entre fenômenos ou objetos que, na aparência, são similares, isto é, se assemelham por analogia. No capítulo, Levi narra um incidente com hidróxido de potássio, o qual entra em contato com água e inflama gases de benzeno, incendiando as cortinas do laboratório.

Eu pensava numa outra moral, mais terrena e concreta, e creio que todo químico militante poderá confirmá-la: que é preciso desconfiar do quase-igual (o sódio é quase igual ao potássio: mas com o sódio não teria acontecido nada), do praticamente idêntico, do mais ou menos, do “ou seja”, de todos os sucedâneos e de todos os remendos. As diferenças podem ser pequenas e levar a conseqüências radicalmente divergentes, como as agulhas das linhas de ferro; em boa medida, o ofício do químico consiste em defender-se destas diferenças, conhecê-las de perto, prever-lhes os efeitos (Levi, 1994, p. 65).

Como na aparência e no imediato o hidróxido de sódio e o de potássio se assemelham, e considerando que a reatividade do hidróxido sódio com a água era previamente conhecida, o pensamento cotidiano tende a ultrageneralizar a reatividade com a água do hidróxido de potássio — um caso singular — por meio da analogia, subsumindo rapidamente o singular a algum tipo de universalidade (Heller, 2008). O juízo que poderia emergir dessa ultrageneralização — de que o hidróxido de potássio não apresenta tanto perigo em contato com a água, assim como o de sódio — só pode encontrar amparo na probabilidade, em um tipo de confiança e fé diversos, que são insuficientes para o conhecimento científico (Heller, 2008).

Outro aspecto destacado nesse conto é o caráter histórico e coletivo da ciência, que por meio de uma referência comum de preocupação com a produção de um reflexo subjetivo da realidade objetiva, constrói formas de mediação — conceituais e instrumentais — que permitem captar a essência dos fenômenos para além de sua aparência macroscópica. No entanto, como indicado anteriormente, parte dessa captação ainda não atingiu os graus máximos de desenvolvimento das capacidades humanas que a desantropomorfização representa. Assim, no conto, especificamente no trecho destacado a seguir, evidencia-se o aspecto histórico e coletivo da ciência, embora ainda em dependências das características manipulativas e das capacidades perceptivas humanas. O trecho evidencia ainda o reflexo artístico que aponta para o gênero humano, superando as percepções cotidianas, para descrever um procedimento químico de forma literária.

Destilar é bonito. Antes de tudo, porque é um ofício lento, filosófico e silencioso, que te mantém ocupado mas deixa tempo para pensar noutras coisas, um pouco como andar de bicicleta. Mais ainda, porque comporta uma metamorfose: de líquido a vapor (invisível), e deste novamente a líquido; mas neste caminho duplo, para cima e para baixo, atinge-se a pureza, condição ambígua e fascinante, que parte da química e vai muito longe. E finalmente, quando te propões destilar, adquires a consciência de repetir um rito já consagrado pelos séculos, quase um ato religioso em que a partir de uma matéria imperfeita obténs a essência, o usía, o espírito e, em primeiro lugar, o álcool, que alegra o ânimo e aquece o coração [grifo do autor] (Levi, 1994, p. 62).

Em capítulos como “Hidrogênio” e “Ferro”, o leitor tem contato com histórias nas quais o homem busca, na química, o conhecimento acerca dos mecanismos da natureza, para entender o mundo que o cerca e a si mesmo:

Não tínhamos dúvidas: seríamos químicos, mas as nossas expectativas e esperanças eram diferentes. [...] Estava saciado de livros, que no entanto continuava a engolir com voracidade indiscreta, e buscava uma outra chave para as verdades supremas: uma chave devia existir, e estava certo de que, por alguma conspiração monstruosa em meu prejuízo e no do mundo, não a obteria da escola.

[...] Que a nobreza do Homem, adquirida em cem séculos de tentativas e erros, consistia em tornar-se senhor da matéria, e que eu me matriculara em Química porque queria manter-me fiel a esta nobreza. Que vencer a matéria é compreendê-la e compreender a matéria é necessário para compreender o universo e a nós mesmos [...] (Levi, 1994, p. 28 e p. 47).

Na passagem, o escritor italiano fala de uma chave e de uma nobreza do homem ao narrar sobre sua escolha pela química; esta chave e, como vimos em “Chumbo”, essa força, podem remeter à capacidade do ser humano, do ser social, de complexificar sua reflexão imediata e subjetiva no nível de consciência e de elaboração da relação sujeito-objeto, de elaborar objetivações mais complexas — como a ciência e a arte — para dominar a natureza, para “vencer a matéria”, no sentido de conhecer suas leis e mecanismos (Lukács, 1966, 2018). Dialecticamente, ao mesmo tempo que o escritor humaniza a matéria, atribuindo-lhe características humanas que remetem à antropomorfização, o autor recupera o caráter histórico e coletivo da ciência, que se objetiva em conceitos, procedimentos e instrumentos para avançar em direção à desantropomorfização da realidade.

Em “Níquel”, podemos notar uma relação bastante positiva entre o personagem e a química. Nesse conto, o personagem demonstra estar apaixonado pelo seu ofício, e por poder compreender de modo concreto os problemas diante de seus olhos a serem resolvidos. Nas palavras de Levi (1994), “[...] a natureza é imensa e complexa, mas não é impermeável à inteligência [...]”; é sobre esse trabalho na natureza de “[...] rodeá-la, acostrar, sondar, buscar o ponto de passagem ou construí-lo [...]” (p. 80) que Levi discorre:

Por meu trabalho apaixonei-me desde o primeiro dia, embora naquela fase não fosse nada mais que análises quantitativas em amostragens de rocha [...]. Mas estimulante e nova era uma outra sensação: a amostragem para analisar não era mais um anônimo pozinho manufaturado, um exame materializado; era um pedaço de rocha, víscera da terra, arrancada à terra por força de explosivos: e a partir dos dados das análises cotidianas nascia pouco a pouco um mapa, um retrato dos veios subterrâneos. Pela primeira vez depois de dezessete anos de carreira escolar, de aoristos e de guerras do Peloponeso, as coisas aprendidas começavam assim a servir-me. A análise quantitativa, tão avara de emoções, pesada como o granito, tornava-se viva, verdadeira, útil, inserida numa obra séria e concreta. [...] Errar não mais era um infortúnio vagamente cômico, que te arruína um exame ou te abaixa a nota; errar era como quando se escala uma montanha, uma confrontação, uma percepção, um passo acima que te torna mais valente e mais eficaz (Levi, 1994, pp. 76–77).

No entanto, nem tudo aparece de modo positivo nessa obra. Uma das formas que o ofício de químico pode assumir, na sociedade capitalista, é o do trabalho alienado. Como indicado anteriormente, o neopositivismo pode levar a um extremo desantropomórfico que desumaniza. Essa relação do homem com a química é abordada também na obra de Levi, em contos como “Enxofre” ou ainda em “Fósforo”, no qual notamos uma falta de identificação do personagem com o trabalho a ser realizado. Em “Fósforo”, encontramos frases como “[...] meu trabalho estava se tornando inútil [...]” e “[...] lancei-me ao trabalho com quase nenhuma convicção [...]”, trazidas por Levi para se referir ao fósforo como um elemento que em um “[...] ambiente impregnado de magia negra da Corte nazista, o designasse como medicamento” [grifo do autor] (Levi, 1994, p. 109 e p. 119). Percebemos, então, como o contexto neopositivista e a fragmentação do trabalho alienado contrastam com as referências anteriores ao trabalho humanizador do homem de compreensão e transformação da matéria/natureza. De forma ainda mais imediata, em “Estanho” tomamos contato com um químico que trabalha de modo precário:

Nosso laboratório parecia loja de quinquilharias e porão de baleeira. À parte suas ramificações, que invadiam a cozinha, o vestibulo e até o banheiro, constituía-se de um só quarto e a sacada. [...] Por toda parte, na sacada e dentro do quarto, espalhava-se uma quantidade inimaginável de trastes, tão vetustos e gastos que se mostravam quase irreconhecíveis: só com um exame mais atento se podiam distinguir componentes profissionais e domésticos.

No meio do laboratório ficava uma grande capela de aspiração de madeira e de vidro, nosso orgulho e nossa única proteção contra a morte por gás (Levi, 1994, p. 185).

Nesse mesmo conto, a química é útil não para conhecer a natureza e suprir as necessidades humanas, mas para fins mercadológicos, assim como em “Fósforo”, “Cromo” e “Vanádio”. Usa-se essa ciência para transformar a matéria, criar substâncias que podem ser vendidas e que são de interesse da grande indústria. Essa relação entre a química e a sociedade também aparece em “Cério”, mas novamente evidenciando como a ciência que serve à indústria pode participar de processos de desumanização, uma vez que Primo Levi narra sobre sua experiência trabalhando em um laboratório da empresa alemã IG Farben, instalada dentro do complexo de Auschwitz. Levi destaca a fome que era exacerbada e constante no campo — o que o levou

a ingerir substâncias de laboratório — e como o fato de encontrar bastões de ferrocério permitiu que ele e seu amigo sobrevivessem por mais dias, pois passaram a vender os bastões como isqueiros em troca de pão.

Havia feito várias tentativas no laboratório. Roubara algumas centenas de gramas de ácidos graxos, trabalhosamente obtidos por oxidação da parafina por algum colega meu do outro lado da barricada: comera a metade deles, e verdadeiramente saciavam a fome mas tinham um sabor tão desagradável que renunciei a vender o resto. [...] Também me esforcei por ingerir e digerir a glicerina, baseando-me no raciocínio simplista de que, sendo esta um produto da cisão dos graxos, deve ser metabolizada e fornecer calorias de algum modo; e talvez fornecesse, mas à custa de desagradáveis efeitos secundários (Levi, 1994, p. 141).

Nessa passagem, verificamos que o reflexo científico de Levi, que advém da sua formação de químico, lhe serviu para a sobrevivência: por meio de um processo reflexivo, de uma condição criativa, ele articula uma série de abstrações, formulações e teorias (Carli, 2000) — como a estrutura molecular e os princípios da calorimetria — para apreender aquelas substâncias não somente como reagentes intragáveis, mas como fonte de calorias, superando a espontaneidade cotidiana. “O pensamento cotidiano orienta-se para a realização de atividades cotidianas [...]. As idéias necessárias à cotidianidade jamais se elevam ao plano da teoria, do mesmo modo como a atividade cotidiana não é práxis” (Heller, 2008, p. 49).

O excerto também evidencia uma das características do reflexo estético: a capacidade de fazer o leitor sentir algo de uma determinada situação e época mesmo que ele não a tenha efetivamente vivenciado (Lukács, 2018). Em sua narrativa, somos capazes de suspender nosso cotidiano e sentir o que era ser prisioneiro do campo de concentração e ter que lutar contra a fome; enquanto o reflexo científico nos permite conhecer o que foi Auschwitz, o reflexo estético nos permite senti-lo. Esse é um exemplo do reflexo antropomorfizador da arte que nos aproxima do humano para promover nosso desenvolvimento em conexão com o gênero humano e não com o cotidiano alienado.

Levi (1994) ainda aborda um aspecto fundamental, característica inerente à prática química: a experimentação. Em diversos contos está presente a descrição de procedimentos realizados em laboratório: processos de análise (descobrir o que é determinada substância ou material, como em “Prata”, “Urânio”, “Cromo”, “Vanádio”), processos de cristalização, processo de separação de matéria, processo de investigação em problema com produção de determinado produto. Em “Cromo”, Levi narra sobre sua suspeita acerca do controle de qualidade de lotes de cromato, uma vez que, nas fichas de análise, a porcentagem de óxido de cromo total marcada era igual há anos.

Senti minhas fibras de químico retorcerem-se diante daquela abominação: com efeito, cabe reconhecer que as naturais oscilações no método de preparação de um cromato como aquele, somadas aos inevitáveis erros analíticos, tornam extremamente improvável que muitos valores relativos a lotes e a dias diferentes coincidam assim tão exatamente. Será que ninguém suspeitara de nada? (Levi, 1994, p. 154).

Nesse excerto, Levi evidencia a exatidão e precisão da ciência, que são próprias do reflexo científico. Para dissolver a ligação entre fenômeno e essência a fim de construir uma compreensão conceitual adequada da essência, o reflexo científico requer certos parâmetros de exatidão e precisão como forma de universalizar e desantropomorfizar o conhecimento, afastando-o do antropocêntrico, da pseudociência e da metafísica (Lukács, 2018). Há menção, nesse capítulo, ao processo de enfigadamento ou empulmonamento, que representa esse resquício antropomórfico dessa ciência que usa órgãos humanos como referência para descrever processos químicos de passagem dos vernizes do estado líquido ao sólido. Apesar dessa referência, não há mais os elementos místicos alquímicos, observados em “Chumbo” e “Mercúrio”, em que não há uma sistematização procedimental. A abstração científica — ou desantropomórfica — é capaz de reconhecer a infinitude extensiva da realidade e de “[...] tomá-la como ponto de partida e criar formas (descobrir leis) por meio das quais um ponto qualquer da infinitude [...] possa ser concretamente identificado, colocado em seu contexto e definido com exatidão” (Lukács, 2018, pp. 233–234).

No conto “Urânio”, também verificamos elementos da exatidão e precisão da ciência. Nele o personagem está afastado do cotidiano laboratorial, pois exerce outras atribuições, como atender clientes que comprariam os produtos, os vernizes. Um encontro de um atendimento ao cliente faz com que o

personagem volte ao laboratório para realizar análises. Nesse contexto, relata-se a alegria de revisitar o espaço do laboratório— que faz reacender os reflexos do analista —, destaca-se aspectos sensoriais da química e descreve-se o processo analítico qualitativo de um objeto.

[...] o laboratório revisitado é fonte de alegria e irradia um fascínio intenso, que é aquele da juventude, do futuro indeterminado e pleno de potencialidades, ou seja, da liberdade.

Mas os anos de inatividade não te fazem esquecer alguns tiques profissionais, alguns comportamentos estereotipados que te identificam como químico em qualquer circunstância: experimentar a matéria incógnita com a unha, com o canivete, farejá-la, sentir com os lábios se é “fria” ou “quente”, ver se risca ou não o vidro da janela, observá-la sob luz reflexa, sopesá-la na palma da mão. Avaliar sem balança o peso específico de um material não é coisa assim tão fácil [...].

[...] Cortei com uma pequena serra um fragmento do metal (cortava-se sem dificuldade) e o submeti à chama do bico de Bunsen: aconteceu uma coisa pouco comum, da chama se levantou um fio de fumaça marrom, que se encaracolava em volutas. Num átimo de voluptuosa nostalgia, percebi reacenderem-se em mim os reflexos do analista, ressequidos de longa inércia [...] (Levi, 1994, p. 198).

Tais descrições sobre procedimentos no laboratório químico se diferenciam de um roteiro de laboratório ou de um livro didático, pois encontram-se particularizadas nessa narrativa elaborada por Levi (1994). O autor italiano captou a essência da relação do homem com a natureza por meio da química e expressou essa essência em situações únicas e singulares, expressas em situações típicas e particulares. Cada uma das situações por ele tratadas nos contos apresenta, por mediação do particular, a relação universal que o homem tem com a matéria e suas transformações.

Em A tabela periódica, Levi (1994) explicita a relação do homem com a química em situações particulares, de modo que, por meio dessa trama por ele criada, possamos sentir como o homem, ao longo da história, se relacionou com a química. O reflexo estético na obra nos possibilita reconhecer a nós mesmos na história singular de um químico singular — Primo Levi — a partir da particularidade da obra (Lukács, 2018). Nesse caso particular, reconhecemos a nós mesmos enquanto gênero humano na história da humanidade, reconhecemos aspectos da história da química, reconhecemos lutas de forças sociais reais e a busca por compreensão da matéria. Isso acontece desde uma relação mais pobre e carecida de determinações reais, como na alquimia antropomorfizada, nos indícios de desantropomorfização em que o homem ainda é referência — mas que é possível perceber um certo distanciamento —, passando por uma relação de trabalho como estratégia para sobreviver dentro de Auschwitz, até em sua relação de trabalho alienado, expressão do modo de produção capitalista. Levi particulariza essa relação e nos faz sentir como o homem lida com a matéria e suas transformações. Reconhecemos, no trabalho alienado de um químico particularizado nos contos de Levi (1994), o nosso próprio trabalho alienado, seja ele qual for, e a alienação do gênero humano nessa sociedade.

Enfim, em “Carbono”, fica explícita a relação da química com a história, com o concreto, bem como o ápice do processo desantropomorfizador dessa ciência. Não por acaso este é o último capítulo do livro e traz elementos submicroscópicos, rompendo totalmente com a referência humana presente na alquimia e nas fases mais experimentais ou sensoriais da química, como identificamos nas seguintes frases, pertencentes à descrição do ciclo biogeoquímico do carbono:

Nosso personagem, pois, jaz há centenas de milhares de anos ligado a três átomos de oxigênio e a um de cálcio, sob a forma de rocha calcárea [...].

Entra na folha, colidindo com outras inumeráveis (mas aqui inúteis) moléculas de nitrogênio e oxigênio. Adere a uma grande e complicada molécula que o ativa, e simultaneamente recebe a mensagem decisiva do céu sob a forma fulgurante de um feixe de luz solar [...].

[...] O anidrido carbônico, ou seja, a forma aérea do carbono [...], este gás que constitui a matéria-prima da vida, a reserva permanente à qual recorre tudo aquilo que cresce, e destino último de toda carne [...].

Ele está de novo entre nós, num copo de leite. Está inserido numa longa cadeia, muito complexa, mas de tal natureza que quase todos seus elos são aceitos pelo corpo humano. É engolido [...] (Levi, 1994, p. 226, p. 228 e p. 233).

O ciclo biogeoquímico do carbono é encarnado, isto é, toma forma na particularidade, na história que Levi conta, ligando o universal com o particular, além de estabelecer relações entre os estratos do inorgânico, do orgânico e do social (Lukács, 2012): o átomo de carbono viajante (inorgânico), que passou por diversas transformações na natureza, está no leite que é ingerido por Levi e acaba entrando em uma célula nervosa (orgânico), e acaba sendo responsável, junto a um conjunto de outros átomos no cérebro do escritor, a fazê-lo movimentar a mão para escrever o capítulo “Carbono” (social).

Algumas implicações para a Educação em Ciências

No início deste artigo, apontamos a crescente articulação que estudos vêm fazendo entre ciência e arte por meio d’A tabela periódica de Primo Levi (Leonardo Júnior & Massi, 2019; Gonçalves, 2014; Osório et al., 2007; Pinto Neto, 2008; Russo, 2018; Sá, 2020; Targino & Giordan, 2021; Wallau & Sangiogo, 2016). Identificamos três lacunas nesses trabalhos: (1) não se apoiam em referenciais de interpretação estética para realizar as análises de uma obra; (2) tendem a partir de temas da obra para explicar conceitos científicos; (3) abordam a relação entre ciência e literatura pensando em aproximá-las — atenuando os limites que as diferem entre si — ou em destacar apenas suas diferenças.

Este artigo objetivou defender referenciais teóricos estéticos para melhor compreender a relação entre ciência e literatura. Para tanto, analisamos A tabela periódica de Primo Levi a partir das categorias lukacsianas de reflexo, particular, antropomorfização e desantropomorfização. Desse modo, pretendíamos contribuir com alguns avanços em relação à primeira e à terceira lacunas, evitando reducionismos.

Em relação à primeira lacuna, percebemos que foi só por meio das categorias de Lukács — que emergiram do objeto —, que conseguimos desvelar na obra de Levi tensões dialéticas e elementos não percebidos antes por nós em outros estudos sobre o escritor italiano nem pelos autores dos trabalhos da área já mencionados. A partir dessa análise, que articulou categorias relacionadas com uma concepção marxista de arte e de ciência — e, portanto, com uma concepção de mundo marxista —, chegamos a uma compreensão mais rica, integrada e ampla da obra.

Sabemos que, enquanto educadores em ciências, nossa função não é desenvolver análises literárias, mas consideramos que essa análise é importante se pretendemos trazer a literatura para as aulas de ciências. Isso evidencia a importância de trabalhos como este para orientar a prática do educador que se propõe a trabalhar com o reflexo científico por meio da literatura, uma vez que a análise literária — mesmo que parcial e centrada em determinadas categorias — não é trabalhada na formação inicial. Assim, é preciso que fique claro para o professor quais são as determinações presentes na obra literária a fim de explorá-la do modo mais rico, coerente e consciente possível. A concepção de arte e de ciência de Lukács, por exemplo, que está alinhada a uma concepção de mundo marxista, é coerente com uma prática pedagógica pautada na Pedagogia Histórico- Crítica. Demonstramos também que, se o livro possui uma unidade em si mesmo e se essa unidade leva o receptor estético a entender como se dá a relação do homem com a química, a seleção de excertos do texto sem o devido cuidado pode levar à redução da obra a capítulos e/ou excertos dissociados da totalidade. Sem uma análise estética, a ciência abordada na obra acaba sendo reduzida a um conteúdo ou a uma contextualização, ao invés de se trabalhar sua relação com a concepção de mundo. Assim, entendemos que a seleção de capítulos e excertos deve ser consciente e devidamente localizada na obra para os alunos. Não desconsideramos a possibilidade de se trabalhar conteúdos científicos a partir da obra, mas a forma de abordagem deveria estar mais associada à concepção de mundo, de ciência. Por exemplo, o trecho que trata da semelhança aparente dos hidróxidos de sódio e de potássio no capítulo “Potássio” permite que o professor trabalhe com as semelhanças e diferenças das substâncias, a tensão entre a aparência e a essência, a tensão entre o reflexo cotidiano e o científico, a concepção de ciência e desses hidróxidos que se tinha naquela determinada época etc

Quanto à terceira lacuna, entendemos que contribuimos com a reflexão sobre qual papel teria a literatura em uma sala de aula de ciências ao pensarmos na relação entre reflexo científico e estético, entre antropomorfização e desantropomorfização. Nossa análise, que parte de um referencial teórico estético, permite constatar que a antropomorfização, na arte, é requerida, uma vez que, nela, o homem é o centro:

“[...] a arte representa sempre e exclusivamente o mundo dos homens [...] em todo ato de reflexo estético (diferentemente do científico) o homem está sempre presente como elemento determinante” (Lukács, 2018, p. 258). Na obra de Levi, a ciência é lapidada, o desantropomorfizado encontra-se antropomorfizado, porque tratamos aqui, por meio da literatura, da relação entre homem e química. Na contramão dos positivistas, que defendem a neutralidade científica, Levi (1994) evidencia, por meio de um reflexo antropomorfizado, a relação do homem com esse reflexo desantropomorfizado do real. Nossa análise deixa claro que existe uma tensão entre ciência e arte, entre reflexo estético e científico, e entre antropomorfização e desantropomorfização. Tanto a ciência quanto a arte são modos de refletir a realidade no pensamento (Lukács, 2018), ambos são objetivações genéricas para si, que nos humaniza e nos suspende do cotidiano (Heller, 2008). Afirmamos anteriormente que o reflexo científico da realidade permite que a conheçamos. Já o reflexo estético, que busca exprimir a mesma realidade, permite que a sintamos, que nos reconheçamos nela. Ciência e arte têm diferentes papéis na vida do ser social, e ambos são importantes para a formação do indivíduo como ser que pertence ao gênero humano. O educador que defende a presença da literatura em aulas de ciências pode desenvolver melhor seu trabalho se estiver ciente dessas relações. Assim, o professor pode explorar as especificidades da ciência e da arte a partir da tensão dialética entre elas.

Ainda que o presente estudo não permita trazer elaboradas contribuições no que diz respeito à lacuna didático-pedagógica, existem apontamentos com relação à Educação em Ciências que faremos a fim de contribuir com o início dessa discussão na área.

O primeiro apontamento diz respeito à diferenciação histórica entre ciência e arte. Percebemos — a partir da terceira lacuna — que existe um movimento de aproximação ou diferenciação entre essas duas objetivações genéricas para si. No entanto, chamamos atenção para o fato de que há uma separação histórica entre ciência e arte (Omodeo, 2012). Portanto, se, no curso do desenvolvimento humano, a ciência e a arte se diferenciaram entre si, devemos analisar esse fato como ele é: histórico. Desse modo, é possível compreender que não foi a escola que fragmentou as áreas do conhecimento, assim como não será ela que resolverá esse problema da fragmentação sozinha.

Outro apontamento é que ler uma obra é diferente de aprender sobre o conteúdo que aquela obra traz. Por exemplo, ao ler Admirável mundo novo de Aldous Huxley, não aprendemos como realizar uma inseminação artificial ou produzir a droga Soma, mas entramos em contato com uma sociedade fictícia que reflete vários dilemas e sofrimentos da nossa sociedade real, intensificamos algumas dores e medos que já existem e sentimos outras dores e outros medos, sentimos como seria viver em uma das sociedades possíveis nos horizontes sombrios da sociabilidade capitalista. Do mesmo modo, não aprendemos química ao ler A tabela periódica de Primo Levi, mas entramos em contato com a relação que o homem estabelece com a matéria, desvelando-a por meio da ciência, e como esse desvelamento se articula com sua sobrevivência e concepção de mundo.

Lukács (2018a) enfatiza que conhecer outras áreas permite uma fecunda relação recíproca entre elas. Como a realidade é uma só, entrar em contato com obras de arte que falem sobre os problemas desta realidade enriquece nossa concepção de mundo. Defendemos que esse tipo de leitura leva ao desenvolvimento da consciência de que a ciência também é importante para o enriquecimento de nossa concepção de mundo.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) — Código de financiamento 001.

Referências

- Avraamidou, L., & Osborne, J. (2009). The role of narrative in communicating science. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683–1707. <https://doi.org/10.1080/09500690802380695>
- Belpoliti, M. (2015). *Primo Levi di fronte e di profilo*. Ugo Guanda.
- Borim, D. C. D. E., & Rocha, M. B. (2017). Análise do potencial didático do livro de ficção científica no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 10(2), 1–28. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v10n2.3958>
- Carli, R. (2020). A relação entre a teoria do reflexo de Lênin e a teoria da arte em Lukács. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate*, 12(12), 113–121. <https://doi.org/10.9771/gmed.v12i2.38678>
- Drigo Filho, E., & Babini, M. (2016). A gênese do Inferno e do Purgatório na Divina Comédia de Dante: uma ponte possível entre Física e Literatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 1047–1063. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p1047>
- Ferreira, J. C. D., & Raboni, C. A. (2013). A ficção científica de Júlio Verne e o ensino de Física: uma análise de “Vinte Mil Léguas Submarinas”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(1), 84–103. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p84>
- Francisco Junior, W. E., Andrade, D. R., & Mesquita, N. S. (2015). Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de História e Filosofia das Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(1), 76–98. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v32n1p76>
- Giraldelli, C. G. C. M., & Almeida, M. J. M. (2009). Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando o ensino das ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(1), 44–63. <https://doi.org/10.1590/1983-21172008100104>
- Gonçalves, F. (2014). Experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de química. *Química Nova na Escola*, 36(2), 93–100. <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20140011>
- Gough, N. (1993). Environmental education, narrative complexity and postmodern science/fiction. *International Journal of Science Education*, 15(5), 607–625. <https://doi.org/10.1080/0950069930150512>
- Heller, A. (1977). *Sociología de la vida cotidiana*. Ediciones Península.
- Heller, A. (2008). Estrutura da vida cotidiana. In A. Heller, *O cotidiano e a história* (pp. 31–62). Paz e Terra.
- Hobsbawm, E. (2010). *A era dos extremos: o breve século XX*. Companhia das Letras.
- Kosik, K. (1976). *Dialética Do Concreto*. Terra e Paz.
- Lênin, V. I. (1982). *Materialismo e empiriocriticismo*. Progresso.
- Lênin, V. I. (2011). *Cadernos sobre a dialética de Hegel*. Editora UFRJ.
- Leonardo Júnior C. S. & Massi, L. (25–28 de Junho, 2019). *Química e literatura na abordagem da pedagogia histórico-crítica: desvelando processos históricos de exclusão social*. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Natal, Rio Grande do Norte. <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0508-1.pdf>
- Levi, P. (1994). *A tabela periódica*. Relume Dumará.
- Levi, P., & Regge, T. (2005). *Dialogo*. Einaudi.
- Levi, P. (2018). Il suono e la mente. In P. Levi, *Opere complete*. (pp. 310–320). Einaudi.

- Lima, L. G., & Ricardo, E. C. (2019). O ensino da mecânica quântica no nível médio por meio da abstração científica presente na interface física-literatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(1), 8–54. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p8>
- Lukács, G. (1966). *Estética: La peculiaridad de lo estético (Vol. 1)*. Grijalbo. Lukács, G. (2012). *Para uma ontologia do ser social I*. Boitempo.
- Lukács, G. (2018). *Introdução a uma estética marxista. Sobre a particularidade como categoria da estética*. Instituto Lukács.
- Martins, L. M., & Lavoura, T. N. (2018). Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. *Educar em Revista*, 34(71), 223–239. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.59428>
- Osório, V. K. L., Tiedemann, P. W., & Porto, P. A. (2007). Primo Levi and The Periodic Table: teaching chemistry using a literary text. *Journal of Chemical Education*, 84(5), 775–778. <https://doi.org/10.1021/ed084p775>
- Omodeo, P. (2012). Renaissance Science and Literature: Benedetti, Ovid and the Transformations of Phaeton's Myth after Copernicus. *Science & Education*, 23(3), 557–564. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9480-6>
- Pasqualini, J. C. (2020). Dialética singular-particular-universal e sua expressão na pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. *Simbio-logias*, 12(17), 1–16. <https://doi.org/10.1590/1807-03102015v27n2p362>
- Piassi, L. C. (2012). O segredo de Arthur Clarke: um modelo semiótico para tratar questões sociais da ciência usando a ficção científica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(1), 209–226. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140114>
- Piassi, L. (2013). A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. *Ciência & Educação*, 19(1), 151–168. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000100011>
- Piassi, L. C. (2015). A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. *Ciência & Educação*, 21(3), 783–798. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030016>
- Pinto, G. A. (2009). Literatura não-canônica de divulgação científica em aulas de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(2), 299–317. <https://doi.org/10.1590/1983-21172009110207>
- Pinto Neto, P. C. (21–24 de Julho, 2008). *A Química segundo Primo Levi*. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEC), Curitiba, Paraná. <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0880-1.pdf>
- Russo, A. L. R. G. (2018). Primo Levi uma vida a descobrir. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 18(u), 140–152. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2018v18p140-152>
- Sá, L. (2020). Índícios da mobilização de conhecimentos profissionais de professores em formação inicial a partir da leitura do livro A Tabela Periódica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 22(u), 1–25. <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210146>
- Silveira, M. P., & Zanetic, J. (2016). Formação de professores e ensino de química: reflexões a partir do livro Serões de Dona Benta de Monteiro Lobato e da pedagogia de Paulo Freire. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 9(2), 61–85. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n2p61>
- Snow, C. P. (1995). *As duas culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica*. Editora da Universidade de São Paulo.
- Souza, A. R., & Neves, L. A. S. (2016). O livro paradidático no ensino de Física: uma análise fabular, científica e metafórica da obra Alice no País do Quantum. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 1145–1160. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p1145>

- Targino, A. R. L., & Giordan, M. (2021). Retextualização do texto literário de divulgação científica *A Tabela Periódica* no ensino de Química. *Educação e Pesquisa*, 47(u), e221433. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147221413>
- Thomson, I. (2002). *Primo Levi. A life*. Hutchinson.
- Wallau, W. M., & Sangiogo, F. A. (2016). Anotações a experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de Química. *Química nova na escola*, 38(2), 121–126. <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20160016>
- Zanetic, J. (2006). Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-Posições*, 17(1), 39–57. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654>
- Zilli, B., & Massi, L. (3–6 de Julho, 2017). *Uma revisão bibliográfica sobre a utilização de obras de literatura na Educação em Ciências*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina. <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1644-1.pdf>